

LEHETŐSÉGEK ÉS KIHÍVÁSOK A DIGITÁLIS JÁTÉK ALAPÚ TANULÁSBAN: EGY INDUKTÍV GONDOLKODÁST FEJLESZTŐ PROGRAM HATÁSVIZSGÁLATA

Pásztor Attila

Szegedi Tudományegyetem, Neveléstudományi Doktori Iskola

A játék kiemelkedő szerepet tölt be a pszichológiai fejlődésben (*Frost, Wortham és Reifel, 2005*), a játékok eszköztárát felhasználó tanítási módszerek hatékonyan integrálhatók a formális oktatás mindennapi kereteibe is (l. pl. *Dienes és Varga, 1989; Varga, 1974*). A digitális játékok tanítási célú felhasználásának lehetősége már az erre alkalmas technikai eszközök megjelenésekor felmerült (*Lepper és Malone, 1987*). A téma iránti érdeklődés napjainkban egyre erősödik, hiszen a mai kor „digitális bennszülöttjeinek” (*Prensky, 2001a*) hétköznapjait meghatározza a mobilkommunikációs eszközök és az internet használata, valamint a számítógépes és a videojátékok is egyre népszerűbbek köreikben.

A digitális korban felnövekvő generációk fejlesztéséhez kézenfekvő módszernek tűnik a játékszoftverek alkalmazása, azonban ezen állítás bizonyítékokkal való alátámasztása már nem könnyű feladat (*Young, Slota, Cutter, Jalette, Mullin, Lai, Simeoni, Tran és Yukhymenko, 2012*). Az eredményesség mellett gyakran anekdotikus beszámolók szólnak, illetve az empirikus kutatásokat gyakran a módszertani szigor alacsony színvonala jellemzi, például a hiányzó kontrolcsoport a kísérleti elrendezésben (*O’Neil, Wainess és Baker, 2005; Wouters, van der Spek és van Oostendorp, 2009; Young és mtsai, 2012*). További probléma, hogy a kutatások gyakran nem épülnek kurrens oktatáseméleti, pedagógiai pszichológiai ismeretekre (*Wu, Hsiao, Wu, Lin és Huang, 2012*). Azonban a terület gyors ütemű fejlődésének köszönhetően már összegyűlt olyan mértékű kutatás-módszertani szempontból is megfelelően kivitelezett vizsgálat, hogy megállapíthassuk, a digitális játékok hatékony eszközei lehetnek az ismeretek átadásának és a képességek fejlesztésének (*Slitzemann, 2011; Vogel, Vogel, Cannon-Bowers, Bowers, Muse, és Wright, 2006; Wouters, van Nimwegen, van Oostendorp és van der Spek, 2013*). Ennek okán a mai kutatások a „Hatékonyak-e” kérdés helyett a „Milyen formában, milyen feltételek mellett” kérdések vizsgálatát helyezik előtérbe (l. pl. *Ke, 2009; McClarty, Orr, Frey, Dolan, Vassileva és McVay, 2012; Pásztor, 2013*).

Az elmúlt évtizedek felgyorsult fejlődése egy további lényeges következménnyel is járt: egyre nagyobb a jelentősége a képesség jellegű tudásnak, azoknak a gondolkodási műveleteknek, amelyek lehetővé teszik az ismeretek hatékony rendszerezését és elsajátítását, az ismeretek alkalmazását és a különböző kontextusban megjelenő problémák megoldását (*Csapó, 2004; Kozma, 2009; Resnick, 1987*). Ugyanakkor a tantervekben

megjelenő hatalmas mennyiségű és egyre bővülő ismeretanyag oktatása mellett a gondolkodási képességek fejlesztése nem könnyű feladat. Az egyik megoldást a tartalomba ágyazott képességfejlesztés jelentheti, ami által a meglévő időkeretet lehet hatékonyabban felhasználni, a tantervekben megjelenő tartalmat a gondolkodási műveletek fejlesztésére lehet átalakítani (l. pl. *Adey és Shayer, 1994; Csapó, 1999, 2003*). A fentiek figyelembevételével egy pedagógiai pszichológiailag megalapozott, papír alapon széles körben alkalmazott és empirikusan tesztelt induktív gondolkodást fejlesztő program (*Klauer és Phye, 2008*) alapján dolgoztunk ki egy matematikai tartalomba ágyazott digitális fejlesztőprogramot. Jelen tanulmány célja az eszköz empirikus tesztelése.

Elméleti háttér és kutatási előzmények

Digitális játék alapú tanulás

A digitális játék alapú tanulás az angol *Digital Game-Based Learning* kifejezés fordítása, ami az ezredforduló után vált népszerűvé a témával foglalkozó szakemberek körében (l. pl. *Prensky, 2001b*). A terminus pontos definiálása problémáktól terhes, hiszen a játék pontos meghatározása is nehézségekbe ütközik. A digitális játékok definiálása esetében abban egyetértés mutatkozik, hogy ezek az alkalmazások interaktívak, egy adott szabályrendszeren alapulnak, valamilyen cél elérésére irányulnak, ami alapvetően kihívást jelent a játékos számára, továbbá folyamatos visszacsatolást biztosítanak a játékban történő előrehaladásról (*Prensky, 2001b; Tobias és Fletcher, 2007; Vogel és mtsai, 2006*). Ezek mellett a versengő jelleg vagy a történetbe ágyazottság is megjelenhet, de ezek vitatható jellemzők (*Wouters és van Ostendrop, 2013*). A fogalom tehát elég tágan értelmezhető, lényegében beleértendő minden olyan oktatási céllal készült játékos fejlesztő alkalmazás, ami valamilyen digitális eszközön jelenik meg, legyen az számítógép vagy mobilkommunikációs eszköz.

A digitális játék alapú tanulás egyik ígéretes területe a képességfejlesztés, mely mellett számos pedagógiai pszichológiai, tanulás-módszertani érvet lehet felsorakoztatni. Egy jól megtervezett digitális játéknak alapvető eleme az automatikus mérés-értékelési folyamatok alkalmazása. A számítógép alapú diagnosztikus tesztelés és a számítógépes játékok működése ebben az értelemben közel állnak egymáshoz (*Csapó, Lőrincz és Molnár, 2012*). Az automatikus mérés-értékelési folyamatok által biztosítható az azonnali visszacsatolás lehetősége a játékban – illetve a fejlesztő gyakorlatokban – nyújtott teljesítményről, sőt szükség esetén konstruktív visszajelzés, segítő kérdés is beépíthető. A visszacsatolási mechanizmusok hatékony integrációjával elősegíthető a diákok meta-kognitív folyamatainak, azaz a saját tudásukról alkotott tudásuk (*Csikos, 2007*) fejlesztése és a kognitív konfliktusok előidézése is. A teljesítmény folyamatos monitorozásának eredményeképpen a játék menetébe elágazások építhetők be, melyek által lehetőségünk van arra, hogy a fejlesztő gyakorlatok a tanulók aktuális kognitív szintjéhez illeszkedjenek, így a diákok folyamatosan a legközelebbi fejlődési zónájukban tarthatók (*Vigotszkij, 1967*). A játékokba könnyen beépíthető az interaktivitás is, a különböző ele-

mekkel végzett manipuláció, ami központi szerepet tölt be a konstruktivista tanuláselméletben (Piaget, 1970). A digitális játékok ezáltal olyan tanulási környezetet biztosíthatnak, ahol a tanulók aktívan részt vesznek a tanulási folyamatban és a saját tudásuk formálásában, azaz nem passzív befogadói az információknak. A tananyag megfelelő integrálásával nemcsak a gondolkodási képességek, hanem az ismeretek átadása és elmélyítése is elősegíthető, így a játékok körültekintő tervezésével hatékony tartalomba ágyazott képességfejlesztő programok dolgozhatók ki.

A hatékonyság kérdésköréhez az is hozzátartozik, hogy a játékok mennyire hatnak motiválón a tanulókra. Egy érdekes, izgalmas játékkal elősegíthetjük a diákok tanulási motivációjának (Józsa, 2002) növekedését, hozzásegíthetjük őket egy adott terület megszerzéséhez, valamint – az érdeklődésüket felkeltve – az önálló tanulási formák megjelenéséhez is. A játék mint fogalom etimológiai értelmezéséből következhet, hogy önmagában motiváló, de az oktatási célú digitális játékok esetében ez gyakran nem teljesül (Sitzmann, 2011; Wouters és mtsai, 2013). Ennek okán a digitális játékokkal foglalkozó kutatások egyik kiemelt területe, hogy miként lehet az oktatási tartalmat és a játékményt olyan módon összekapcsolni, hogy az motiválón hasson a diákokra (l. pl. Habgood és Ainsworth, 2011; a digitális játékok oktatási célú alkalmazásáról bővebben l. Debreczeni, 2014; Pásztor, 2013).

Az induktív gondolkodás és fejlesztése

Az induktív gondolkodás vizsgálata hosszú múltra tekint vissza, ennek ellenére nincs egyértelműen leírható szerkezete, a szakirodalomban több elméleti modellel is találkozhatunk (a különböző elméletek, megközelítések részletes leírását l. pl. Csapó, 1994, 1998; hazai empirikus vizsgálatáról l. pl. Csapó és Molnár, 2012; Molnár és Csapó, 2011). Az indukciós folyamat során egyedi esetek megfigyeléséből indulunk ki, melyek alapján általános szabályokat, értelmező modelleket, tesztelendő hipotéziseket alkotunk. Az induktív gondolkodás eredményeképpen új tudáshoz jutunk, ezért az indukció képességét gyakran az új tudás megalkotásának, az új tudás megszerzésének eszközeként értelmezik (Csapó, 1998; De Koning, Sijtsma és Hamers, 2003).

Az indukciónak a megismerési, tanulási folyamatokban betöltött kiemelkedő jelentőségére világítanak rá azok a kutatások, amelyek a képesség más területekkel való összefüggéseit vizsgálják. Az induktív gondolkodás szoros kapcsolatban áll – többek között – a problémamegoldással (Molnár, Greiff és Csapó, 2013), a tanulási potenciállal (Resing, 1993), a kritikai gondolkodással (Ennis, 1987), a fogalmak fejlődésével (Korom, 1998), a tudás alkalmazásával (B. Németh, 1998), illetve kimutatható hatása a nyelvtanulásra is (Csapó és Nikolov, 2009).

Számos tevékenységet sorolnak az induktív gondolkodás megjelenési formáihoz, például a sorképzést, az osztályozást, az analogikus gondolkodást vagy a hipotézisalkotást. Mérésére ennek megfelelően leggyakrabban sorozatokat, mátrixokat, analógiákat használnak. Mivel ezek az itemformák igen gyakoriak a különböző intelligenciavizsgálatokban, ezért az induktív gondolkodást a fluid intelligencia egyik meghatározó faktorának is tekintik (Sternberg, 1977).

Az induktív gondolkodás egyik legrészletesebb strukturális rendszerét *Klauer* (1989, 1990) dolgozta ki. A tanulmányban bemutatott fejlesztőprogram *Klauer* rendszerére épül, ezért a következőkben részletesen bemutatjuk az elmélet mögött meghúzódó alapelveket és az ezen alapuló fejlesztési programokat (más megközelítésre épülő hazai fejlesztésről l. pl. *Nagy Lászlóné*, 2006). *Klauer* szerint az induktív gondolkodás lényege a szabályszerűségek és rendellenességek felismerése. A folyamat során hasonlóságokat és különbségeket, illetve együttesen megjelenő hasonlóságokat és különbségeket vizsgálunk meg és hasonlítunk össze tulajdonságok és relációik között. A tartalom, amin a tulajdonságokat, illetve relációkat elemezhetjük, lehet verbális, képi, geometriai, számbeli és egyéb. Az eddigiek alapján így három halmaz adódik, melyek elemeit kombinálva megkapjuk *Klauer* induktív gondolkodásra vonatkozó rendszerét. Az elmélet szerint tehát az „induktív gondolkodás szabályszerűségek és rendellenességek megragadását jelententi azáltal, hogy:

A: { a_1 : hasonlóságokat; a_2 : különbségeket; a_3 : hasonlóságokat és különbségeket} fedezünk fel

B: { b_1 : tulajdonságok; b_2 : relációk} tekintetében

C: { c_1 : verbális; c_2 : képi; c_3 : geometriai; c_4 : számbeli; c_5 : egyéb} dolgok vagy n elemű sorozatok között” (*Klauer*, 1997. 86. o.).

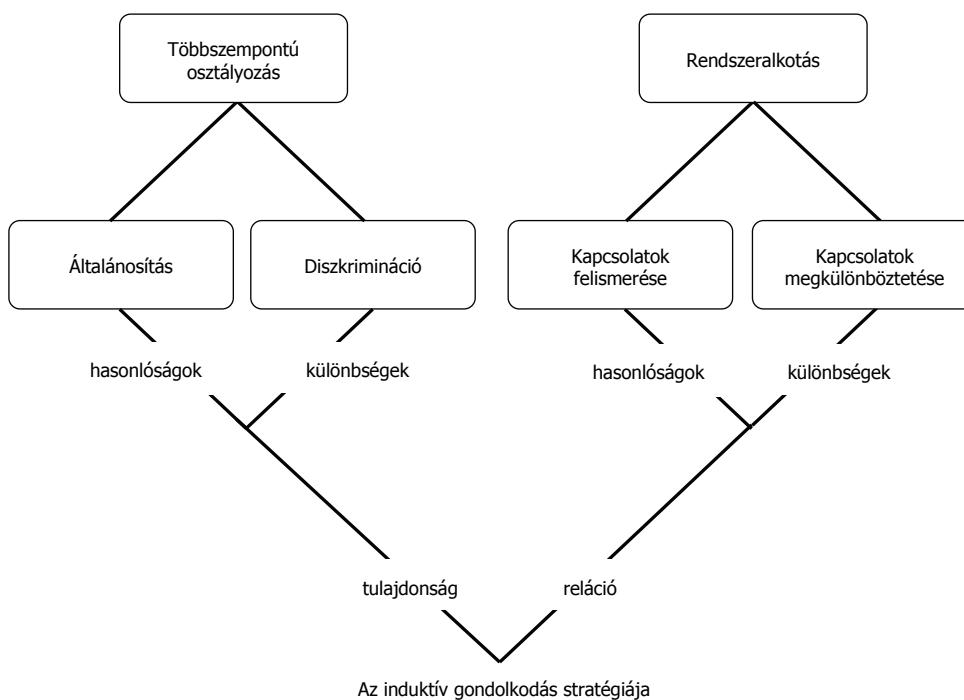
Az elemek kombinálásával összesen 30 eset állítható elő ($3 \times 2 \times 5$). Ha az első két halmaz elemeit kombináljuk, akkor az induktív gondolkodás hat alapstruktúráját kapjuk, ezeket az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat. Az induktív gondolkodás feladatrendszere és kognitív műveletei (*Klauer és Phye*, 2008. 88. o. alapján)

Folyamat	Halmaz- elemek	A megoldáshoz szükséges kognitív művelet	Itemtípus
Általánosítás	a_1b_1	Tulajdonságok hasonlóságainak felismerése	Csoportalkotás
			Csoport-kiegészítés
			Azonosságok megtalálása
Diszkrimináció	a_2b_2	Tulajdonságok megkülönböztetése	Zavaró elem megtalálása (kakukktójas)
Többszemponútú osztályozás	a_3b_1	Tulajdonságok hasonlóságainak és különbözőségeinek felismerése	2x2-es mátrix
			2x3-as mátrix
			3x3-as mátrix
Kapcsolatok felismerése	a_1b_2	Relációk hasonlóságainak felismerése	Sorkiegészítés
			Sorbarendezés
			Egyszerű analógia
Kapcsolatok megkülönböztetése	a_2b_2	Relációk különbözőségeinek felismerése	Zavart sorozatok
Rendszeralkotás	a_3b_2	Relációk különbözőségeinek és hasonlóságainak felismerése	2x2-es mátrix
			2x3-as mátrix
			3x3-as mátrix

Az 1. táblázat tartalmazza azon halmazelemeket, amelyek az adott struktúrát meghatározzák, valamint leírja a megoldáshoz szükséges kognitív műveleteket, továbbá kijelöli a feladattípusokat (a műveletek részletes leírását l. *Molnár, 2006*). A hat alapstruktúra fagráfját az 1. ábra szemlélteti, amiről leolvasható az induktív stratégiák egymásra épülése.

Klauer modelljét preskriptívnek, előírónak tekinti, azaz nem azt kívánja megmagyarázni, hogy az emberek miként oldanak meg induktív problémákat, hanem azt írja le, miként lehet ilyen problémákat eredményesen megoldani (l. pl. *Klauer, 1997*). Egy ilyen modell érvényességét azzal lehet tesztelni, ha megvizsgáljuk, hogy a modell által definiált stratégiák tanítása eredményesen fejleszti-e az emberek induktív gondolkodását (*Klauer, 1999*). Ennek érdekében három tréninget is kidolgoztak:



1. ábra

Az induktív gondolkodás rendszere (Klauer és Phye, 2008. 89. o. alapján)

- Program I. – főleg képi és manipulatív elemeket tartalmazó gyakorlatsor 5–8 évesek számára (*Klauer, 1989*, a programot lefordították angol és holland nyelvre is: *Klauer és Phye, 1994; Klauer, Resing és Slenders, 1996*),
- Program II. – szöveges feladatokat is tartalmazó gyakorlatok 10–13 évesek részére (*Klauer, 1991*),

– Program III. – szintén szöveges gyakorlatsor tanulási nehézséggel küzdő 14–16 éves diákok fejlesztésére (Klauer, 1993).

A programok mindhárom esetben 120 gyakorlatot tartalmaznak, így 20 gyakorlat jut minden induktív gondolkodási stratégiára. Az ütemezés többféle módon kivitelezhető, a teljes tréning általában 2–5 hetet vesz igénybe. Leggyakrabban a heti kétszeri, alkalmanként 12 gyakorlatot tartalmazó fejlesztőegységek alkalmazása volt jellemző. A tréningek hatékonyságát számos kutatás igazolta (az erről szóló összefoglaló metaelemzést I. Klauer és Phye, 2008).

A programok hatását több szinten is vizsgálták annak függvényében, hogy a fejlesztés milyen távoli transzferhatást eredményezett. Az első szintet a közeli transzfer jelenti, aminek lényege, hogy a programok hatékonyságát olyan tesztekkel mérték, ami lefedti a fejlesztett induktív gondolkodási stratégiákat. Ez a lépés elengedhetetlen a további transzferhatások értelmezéséhez, hiszen ezzel lehet kimutatni, hogy a fejlesztés a megcélzott gondolkodási műveleteket érintette-e vagy sem. Amennyiben ez nem teljesül, akkor a további transzferhatások nem feltétlenül a fejlesztett konstruktum változásaiban keresendők. A második szint távolabbi transzferhatást képvisel, amit leggyakrabban valamilyen fluidintelligencia-tesztrel mérték (pl. Raven Progresszív Mátrix). A harmadik szint a távoli transzfert jelenti: a tanulók egy külön erre a célra kialakított, különböző tartalmú tanulási feladatot kaptak, és azt vizsgálták, hogy van-e különbség az elsajátítás mértékében a kísérleti és a kontrolcsoport között, azaz a program tanulási képességekre kifejtett hatását mérték. Klauer és Phye (2008) metaelemzésükben összegezték az eddigi eredményeket, megállapították, hogy a programok átlagosan fél szórással fejlesztik a fluid intelligenciát ($d=0,46^1$), valamint még ennél is nagyobb ($d=0,69$) mértékben a fejlesztést követő tanulási feladatokban nyújtott teljesítményt. Az elemzések a beavatkozások tartósságát is igazolták, a késleltetett méréseken nem esett vissza a tanulók teljesítménye.

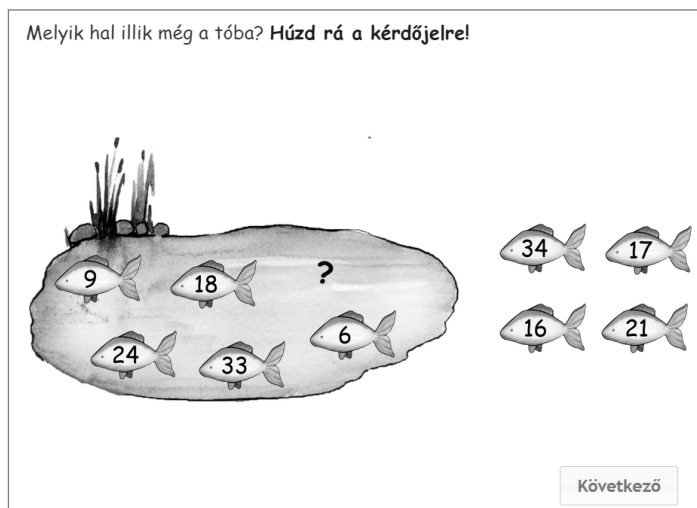
Jelen vizsgálat közvetlen előzményét jelentik Molnár (2006, 2008, 2011a,b) kutatásai. Molnár (2006) Klauer 5–8 éveseknek kialakított programja alapján dolgozta ki programját, megtartva a tréning struktúráját (120 gyakorlat, 20 feladat műveletenként), azonban kibővítette a manipulatív feladatokban használt eszközök körét (pl. Dienes logikai készlete) és a manipulatív gyakorlatok számát. Módosított a feladatok egymásra épülésén, illetve a tartalmat a gyerekek érdeklődési köréhez és fejlettségéhez igazította. Az első és második osztályos tanulók körében végzett kísérlet során jelentős változást ért el a kisiskolások induktív gondolkodásában ($d=1,12$), a beavatkozás hatása tartósnak bizonyult (Molnár, 2006, 2009, 2011a). A program számítógépes adaptációja is elkészült, aminek alkalmazása szintén jelentős fejlődést eredményezett, valamint a diákok és a szülők attitűdjei is pozitívnak bizonyultak a számítógépes játék alapú fejlesztés iránt (Molnár, 2011b). A hatás mértéke nem különbözött szignifikánsan a „face-to-face” és a digitális játék alapú környezetben (Molnár és Pásztor, 2012).

¹ d =hatásméret, röviden a szórásegységben kifejezett fejlődés mértéke, kiszámítására többféle eljárás is létezik (l. pl. Csapó, 2002), a mutató értelmezésére nincs általános érvényű konvenció, Cohen (1988) a $d=0,20$ - $0,49$ -et kis, a $d=0,50$ - $0,79$ -et közepes, a $d\leq 0,80$ -at nagy hatásméretként értelmezi.

A fejlesztőprogram jellemzői

Az általunk kidolgozott és alkalmazott online program szintén *Klauer* rendszerére épül, illetve programjának struktúráját követi: összesen 120, műveletenként 20 fejlesztő gyakorlatból áll. A megcélzott korcsoport tekintetében *Klauer* első és második programja közé esik, 3–4. osztályos (9–10 éves) tanulók fejlesztésére irányul. A fejlesztő eszköz az eDia-rendszeren keresztül volt elérhető (*Molnár és Csapó, 2013*).

Klauer (1989) és *Molnár* (2006) programjainak gyakorlatai általános tartalmat alkalmaznak, jelen fejlesztőeszköz gyakorlatait matematikai tartalomba ágyaztuk. A tartalommal való feltöltéséhez 3. osztályos matematika tankönyveket és munkafüzeteket vetünk alapul (2. ábra). A matematikatanítástól a döntés mögött több tényező is áll. A matematika az egyik legrégebbi tudományág, tanításának kezdete óta hozzákapcsolódik az a nézet, hogy tanulása az általános értelmi képességeket is fejleszti (*Csapó, 2003*). A matematika lehetőséget biztosít számunkra, hogy felmerülő problémáinkat, a különböző területeken megjelenő helyzeteket elemezzük és modellezzük, ami által átfogóbb képet kaphatunk világunkról. A szakirodalomban több olyan törekvés is ismeretes, amely kiemeli a gondolkodási képességek matematikai tartalomba ágyazott fejlesztésének lehetőségét (l. pl. *Dienes és Varga, 1989; Dobi, 1994; Pólya, 1978*). *Pólya* (1988) maga is kiemelte az indukció jelentőségét a matematika tanításában, mint azt a folyamatot, ami által különböző jelenségek tulajdonságait vizsgálva szabályszerűségeket fedezhetünk fel. A matematikai tartalom és a *Klauer* által definiált induktív stratégiák is összefüggésbe hozhatók, a műveletek matematikai tartalommal is jól működnek (*Christou és Papageorgiu, 2007*). Bár *Christou és Papageorgiu* (2007) kutatása elsősorban mérőeszköz kidolgozását célozta meg, maguk is kiemelik, hogy az eredményekre építve hatékony fejlesztőeszköz is kidolgozható.



2. ábra

Példa az általánosítás, csoportkiegészítés gyakorlatra a programból

Kiemelt szerepe ellenére a gyerekek nagy része nem szívesen tanulja a matematikát, és további probléma, hogy ez a viszony az iskolában töltött évek számával egyre romló tendenciát mutat (Csapó, 2000). Az okok keresésekor gyakran hangzik el, hogy a hagyományos matematikaoktatás száraz, irreleváns ismereteket közvetít, valamint az elsa-játítandó műveletek nem illeszkednek a gyerekek aktuális kognitív fejlettségéhez (l. pl. Gardner, 1991). A matematikai fogalmak, műveletek játékos feladatokba ágyazva feloldhatják a tanulók ellenérzését, motiválón hathatnak a diákokra, valamint elősegíthetik a tananyag mélyebb megértését is.

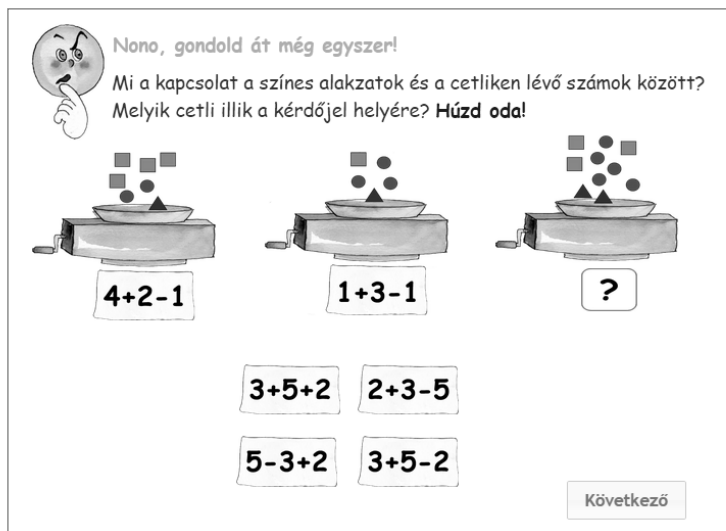
A célok elérése érdekében a programban a digitális játék alapú tanulás számos előnyét kiaknáztuk. A gyakorlatokban lehetőség volt az interakcióra, a választ az elemek mozgatásával vagy kattintással lehetett megadni. Az online felületbe beépített mérés-értékelési folyamatoknak köszönhetően a gyakorlatok után azonnali visszacsatolást nyújtottunk a tanulók teljesítményéről. Helyes megoldás esetén az „Ügyes, okos vagy!” felirat jelent meg, pozitív, megerősítő jellegű visszajelzést biztosítva a diákoknak. Helytelen válasz esetén a tanulók konstruktív visszajelzést, segítő instrukciót kaptak, és újra megpróbálhatták a gyakorlatot megoldani (3. és 4. ábra). Amennyiben a második próbálkozás is sikertelenül végződött, a feladat megoldására egy újabb lehetőséget is biztosítottunk a segítő instrukcióval kiegészítve. Harmadszori sikertelenség esetén a szoftver felajánlotta a következő feladatra lépés lehetőségét, azonban a visszalépés opciót választva a tanulók annyiszor próbálkozhattak a gyakorlat megoldásával, ahányszor akartak.



3. ábra

Példa a kapcsolatok felismerése, egyszerű analógia gyakorlatra a programból

Lehetőségek és kihívások a digitális játék alapú tanulásban: egy induktív gondolkodást fejlesztő program hatásvizsgálata



4. ábra

Példa a helytelen válasz esetén megjelenő segítő instrukcióra

A fejlesztő kísérlet

Az empirikus vizsgálat célja

A kutatás célja a bemutatott, 3–4. osztályos tanulóknak kidolgozott online környezetben megvalósuló, matematikai tartalomba ágyazott induktív gondolkodást fejlesztő program hatásvizsgálata volt. A kutatás jelen szakaszában az elsődleges cél a közeli transzfer vizsgálata, vagyis mennyire sikerül a megcélzott műveletekben pozitív irányú változásokat előidézni a programmal.

Módszerek

Minta

A kutatásban hat általános iskola 19 osztálya vett részt, összesen 314 harmadik (N=147) és negyedik (N=167) osztályos tanuló bevonásával (átlagéletkor=9,72 év, szóráss=0,67). Egy iskola öt osztályának 88 diákja alkotta a kísérleti csoportot, a kontrollcsoport a fennmaradó öt iskola tanulóiból állt (N=226).

Mérőeszközök

Mivel a kutatás elsődleges célja a program hatékonyságvizsgálatának (közeli transzfer) elvégzése, ezért olyan tesztre volt szükség, ami összhangban áll a fejlesztendő műveletrendszerrel, valamint lényeges feltétel a teszt tartalomfüggetlenségének biztosítása (elsősorban a matematikai tartalom kerülendő). Emellett a tesztnek illeszkednie kell a célcsoport képességszintjéhez is, hogy megbízhatóan tudjuk becsülni a tanulók teljesítményét.

Hazai viszonylatban az induktív gondolkodás mérésére irányuló vizsgálatokban *Csapó* (1994) tesztje a leggyakrabban használt eszköz, azonban a teszt feladatai nem *Klauer* rendszerére épülnek, továbbá számsorokat és számanalógiákat is tartalmaznak. A *Molnár* (2006, 2011a, b) által használt mérőeszköz kielégíti az első és a második kritériumot, ugyanakkor nem felel meg a harmadiknak: a teszt elsősorban 1–2. osztályos tanulóknak készült, ezért 3–4. osztályban jelentősen megnő a plafonhatás valószínűsége. Annak érdekében, hogy a mérőeszköz minden kritériumnak megfeleljen, egy új tesztet dolgoztunk ki. A tesztfejlesztés során elsősorban *Molnár* mérőeszközéből indultunk ki (lefedti a fejlesztendő műveleti rendszert, figuratív elemeket tartalmaz), így az ő engedélyével 18 feladatot átvettünk, majd további 35 feladatot fejlesztettünk ki. Az elkészült mérőeszközt digitalizáltuk, a mérések az eDia-rendszer (*Molnár és Csapó*, 2013) használatával valósultak meg.

Az összesen 53 figuratív feladatot tartalmazó teszt pilot vizsgálatainak eredményeit felhasználva 10 feladatot hagytunk el, így a kísérletben használt mérőeszköz 43 feladattal állt (5. ábra). A pontos összehasonlítás érdekében ugyanezt a tesztet alkalmaztuk az elő- és az utóteszten is. A mérőeszköz az elő- és az utómérések során is megfelelő belső konzisztenciával rendelkezett (előmérés: Cronbach $\alpha=0,83$; utómérés: Cronbach $\alpha=0,86$).



5. ábra

Példa az általánosítás, csoportkiegészítés feladatra a mérőeszközből

Az induktív gondolkodás teszt mellett egy rövid kérdőívet is használtunk a tanulók program iránti attitűdjeinek vizsgálatára, amit szintén elektronikus környezetben alkalmaztunk. A kérdések a következők voltak: „Hogy tetszett a játék?”, „Jól érezted magad a játék közben?” és „Ha lenne rá lehetőség, máskor is szívesen játszánál ilyen játékkal?”. A tanulók öt válaszlehetőség közül választhattak, a válaszokat ötfokú skálán értékeltük.

A fejlesztés menete

A fejlesztőprogramot öt egyenlő részre osztottuk, így minden alkalom 24 gyakorlatot tartalmazott, amit a diákok átlagosan 20–40 perc alatt oldottak meg. A fejlesztések az iskola számítógéptermben a tanítási órák után, a délutáni időszakban valósultak meg heti rendszerességgel. Ennek eredményeképpen a kísérlet összesen öt hétig tartott, az elő- és utótesztet a fejlesztést megelőző, illetve követő héten zajlottak. A tanulók a játékba való belépés után önállóan dolgoztak, a teremben általában két vizsgálatvezető volt jelen, akik elsősorban a kísérlet adminisztrációját végezték, valamint a technikai problémákat kezelték.

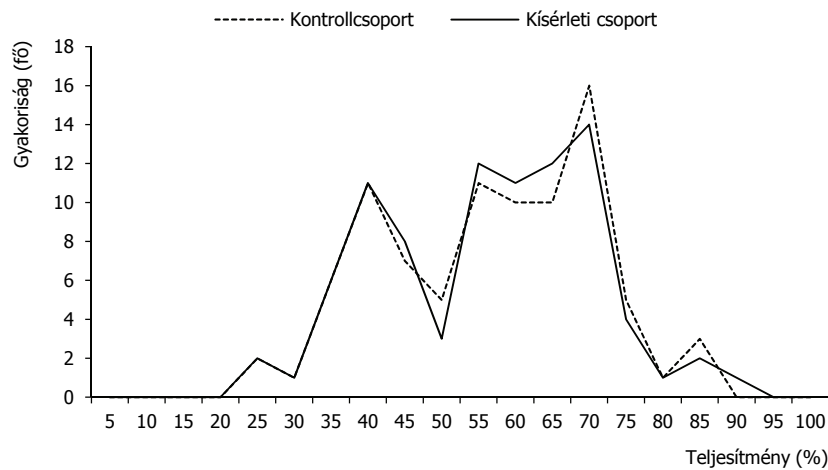
Eredmények

A kísérleti és a kontrollcsoport előteszten mért teljesítménye között szignifikáns különbség volt [$M_{\text{kontroll}}=47,98\%$, $M_{\text{kísérleti}}=54,15\%$, $t(312)=-2,99$, $p<0,01$], ezért kontrollcsoport-illesztést végeztünk az előteszt eredményei, a nem és az évfolyam változók bevonásával. A diákokat nem és évfolyam szerint csoportokba soroltuk, majd a csoportokon belül az előteszten nyújtott teljesítmény alapján egymáshoz rendeltük a kísérleti és kontrollcsoport tanulóit. Amennyiben egy kísérleti személyhez több lehetséges kontrollszemély is tartozott, akkor a párokat véletlenszerűen alakítottuk ki. Ezen eljárás eredményeképpen a 88 kísérleti személyhez 88 fő kontrollszemélyt rendeltünk, a két csoportban a nemek és az évfolyamok aránya teljes mértékben megegyezett (2. táblázat), a teljesítmények között nem volt szignifikáns különbség (3. táblázat), továbbá a teljesítmények eloszlása közel teljes egyezőséget mutatott (6. ábra, Levene-teszt=0,03, $p=0,86$).

A kontrollcsoport és a kísérleti csoport elő- és utóteszten nyújtott teljesítményeit a 3. táblázat foglalja össze. Mind a kontroll-, mind a kísérleti csoport teljesítménye szignifikáns fejlődést mutatott a fejlesztés időszaka alatt, azonban a kísérleti csoport a fejlesztés hatására az utóteszten szignifikánsan magasabban teljesített, mint a kontrollcsoport. A program hatásmérete $d=0,47$, azaz a fejlesztéssel átlagosan közel fél szórásnyi fejlődést sikerült elérni. Az értéket korrigálhatjuk azzal, ha levonjuk a kontrollcsoport fejlődésének hatásméretét. Ez esetben a hatásméret $d=0,33$, ami egyharmad szórásnyi fejlődésnek felel meg.

2. táblázat. A kontroll- és a kísérleti csoport nemek és évfolyamok szerinti megoszlása, valamint az előteszten nyújtott teljesítmények a kontrollcsoport-illesztést követően

Csoport	Gyakoriság (fő)				
	N	Fiú	Lány	3. osztály	4. osztály
Kontroll	88	37	51	45	43
Kísérleti	88	37	51	45	43



6. ábra

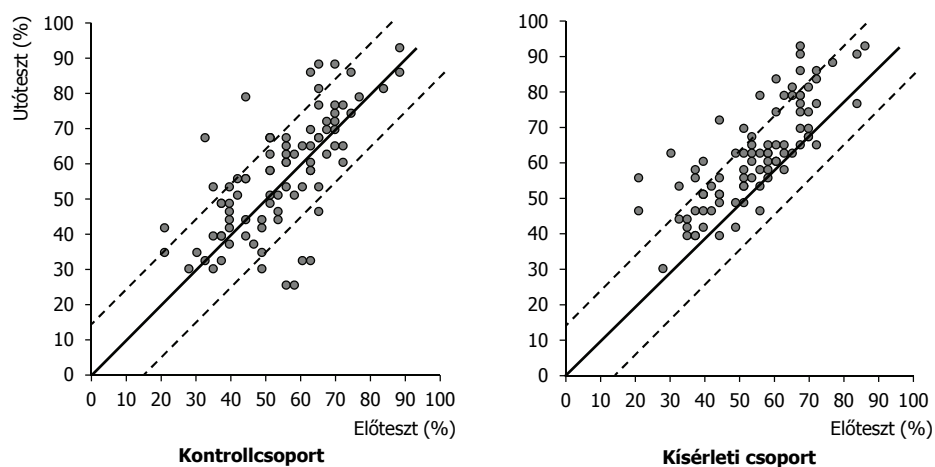
A kontroll- és a kísérleti csoport eloszlása az előteszten nyújtott teljesítmények alapján

3. táblázat. Az induktív gondolkodás-teszt átlaga és szórása

Csoport	Előteszt (%)		Utóteszt (%)		Elő- és utóteszt Páros t-próba
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	
Kontroll (N=88)	54,25	14,52	56,74	16,74	t= -2,08 p=0,04
Kísérleti (N=88)	54,15	14,23	62,10	14,27	t= -8,12 p<0,01
Kétmintás t-próba	t= -0,05 p=0,96 n.s.		t= -2,29 p=0,02		-

Részletesebb képet kapunk a program hatásáról, ha egyéni szinten is megvizsgáljuk az elő- és az utóteszten elért teljesítményeket. A 7. ábrán az elő- és az utóteszt teljesítményeit egymásra vetítettük, az egyenes vonalon azok a tanulókat reprezentáló alakzatok helyezkednek el, akiknek a teljesítménye megegyezik az elő- és az utóteszten. A vo-

nal feletti részen elhelyezkedő diákok jobban, míg a vonal alattiak alacsonyabban teljesítettek az utóteszten, mint az előteszten. A szaggatott vonal az adatok szórását jelzi. A kontrollcsoport esetében a diákok egyenletesen oszlanak el a folytonos vonal körül, egyes diákok jobban, míg mások rosszabbul teljesítettek a két adatfelvétel során. Ugyanakkor a kísérleti csoport tanulóinak többsége az egyenes vonal felett helyezkedik el, ami az utóteszten elért magasabb teljesítményt jelenti. Azonban több diákot reprezentáló alakzat az egyenes vonal alatti területen látható, azaz nem minden diák esetében sikerült fejlődést elérni.



7. ábra

A kontrollcsoport és a kísérleti csoport teljesítményének eloszlása az elő- és az utóteszten

A kontrollcsoport és a kísérleti csoport teljesítményének nemek és évfolyamok szerinti bontását, valamint a fejlesztés alatt történt teljesítményváltozást a 4. és az 5. táblázat jelöli. Az elő- és az utóteszt teljesítményei, valamint a fejlődés mértékében nincs szignifikáns különbség a fiúk és a lányok között, a fejlesztőprogram ugyanolyan mértékben hatott a két nem esetében. Az évfolyamok tekintetében a 4. évfolyamos diákok mind a kísérleti, mind a kontrollcsoport esetében szignifikánsan magasabban teljesítettek az elő- és az utóteszten is. Ugyanakkor a fejlődés mértékében nem mutatható ki szignifikáns különbség, a program hatása független az évfolyamtól, azaz ugyanolyan nagyságrendben hatott a 3. és a 4. évfolyamos tanulókra.

Az egyes induktív stratégiák fejlesztési időszak alatti változásait a 8. ábra szemlélteti. A fejlesztés hatására a legnagyobb mértékű pozitív változás az Általánosítás műveletnél figyelhető meg (11%), ezt követi a Kapcsolatok megkülönböztetése (9%), majd ugyanolyan nagyságú a fejlődés mértéke a Kapcsolatok felismerése és a Rendszeralkotás (8%), valamint a Diszkrimináció és a Többszempontú osztályozás esetében (4%). Az utóbbi két stratégia kivételével a fejlődés mértéke szignifikáns mértékű ($p < 0,01$), azaz a Diszkrimináció és a Többszempontú osztályozás stratégia esetén nem sikerült jelentős hatást

elérni. A t-próbák alapján a kontrollcsoportról megállapítható, hogy a változások mértéke nem jelentős ($p > 0,05$), szignifikáns fejlődés csak az összesített adatok esetében mutatható ki (1. 3. táblázat).

4. táblázat. A kontrollcsoport és a kísérleti csoport teljesítményének átlaga és szórása nem szerinti bontásban

Csoport	Nem	Előteszt (%)		Utóteszt (%)		Fejlődés Utóteszt – Előteszt (%)	
		Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
Kontroll	fiú	51,98	15,43	56,25	15,98	2,83	12,77
	lány	55,90	13,73	57,09	17,42	1,19	10,58
	kétmintás t-próba	t= -1,26 p=0,21 n.s.		t= -0,23 p=0,82 n.s.		t= 0,66 p=0,51 n.s.	
Kísérleti	fiú	53,61	13,88	60,97	14,47	7,35	9,69
	lány	54,53	14,61	62,93	14,20	8,39	8,89
	kétmintás t-próba	t= -0,30 p=0,77 n.s.		t= -0,63 p=0,53 n.s.		t= -0,52 p=0,60 n.s.	

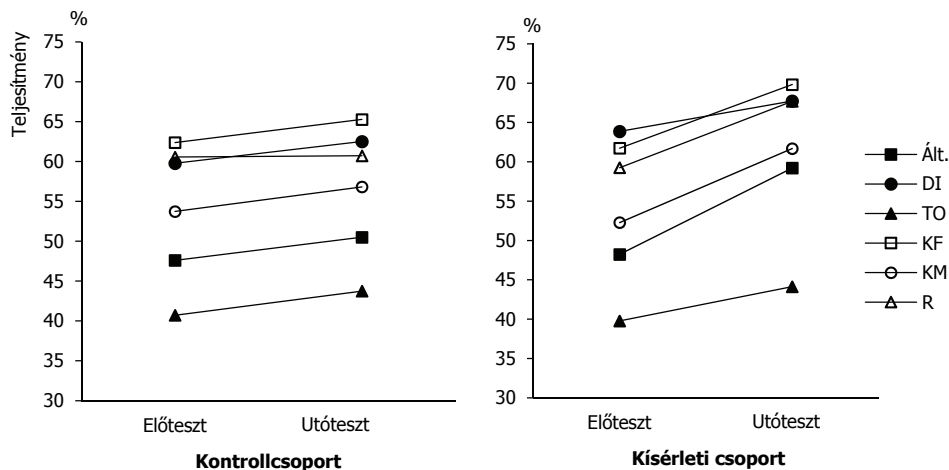
Megjegyzés: n.s.=nem szignifikáns

5. táblázat. A kontrollcsoport és a kísérleti csoport teljesítményének átlaga és szórása évfolyamonkénti bontásban

Csoport	Évfolyam	Előteszt (%)		Utóteszt (%)		Fejlődés Utóteszt – Előteszt (%)	
		Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
Kontroll	3. évfolyam	50,13	13,12	52,71	14,23	2,58	10,03
	4. évfolyam	58,57	17,79	60,95	18,24	1,14	12,96
	kétmintás t-próba	t= -2,84 p<0,01 ok		t= -2,37 p=0,02 ok		t= 0,59 p=0,55 n.s.	
Kísérleti	3. évfolyam	50,18	13,05	57,63	12,30	7,55	9,28
	4. évfolyam	58,30	14,38	66,68	14,84	8,38	9,19
	kétmintás t-próba	t= -2,78 p<0,01		t= -3,09 p<0,01		t= -0,43 p=0,67 n.s.	

Megjegyzés: n.s.=nem szignifikáns

Lehetőségek és kihívások a digitális játék alapú tanulásban: egy induktív gondolkodást fejlesztő program hatásvizsgálata



8. ábra

A fejlesztés alatt bekövetkezett változások az induktív stratégiákban

(Ált.: Általánosítás, DI: Diszkrimináció, TO: Többszemponútú osztályozás,

KF: Kapcsolatok felismerése, KM: Kapcsolatok megkülönböztetése, R: Rendszeralkotás)

A programba épített mérés-értékelési folyamatoknak köszönhetően lehetőségünk adódik arra is, hogy megvizsgáljuk a gyakorlatok konzisztenciáját. Bár a tanulók többször is próbálkozhattak a gyakorlatok megoldásával, a következőben az elemzés alapját az első próbálkozás sikeressége vagy sikertelensége adja. A gyakorlatok Cronbach- α értékeit a 6. táblázatban foglaltuk össze. Amennyiben a program összes gyakorlatát vesszük alapul, a gyakorlatsor megfelelő szintű konzisztenciát mutat.

6. táblázat. A gyakorlatok reliabilitásmutatói

Induktív stratégia/Teljes	Gyakorlatok száma	Cronbach- α
Általánosítás	20	0,57
Diszkrimináció	20	0,57
Többszemponútú osztályozás	20	0,46
Kapcsolatok felismerése	20	0,66
Kapcsolatok megkülönböztetése	20	0,72
Rendszeralkotás	20	0,78
<i>Teljes</i>	<i>120</i>	<i>0,90</i>

Az egyes stratégiák esetében a mutatók nem túl magasak, valamint az is megfigyelhető, hogy a *klauveri* modell értelmében a Kapcsolatok ágon magasabb, míg a Tulajdonosság ágon alacsonyabb értékek szerepelnek. Ez részben összhangban van az eddigi eredményeinkkel, miszerint a Diszkrimináció és a Többszemponútú osztályozás stratégiák

esetében nem sikerült szignifikáns fejlesztést elérni. Azonban az Általánosítás stratégia nem illeszkedik ebbe a mintázatba, hiszen ezen a területen szignifikáns változás volt megfigyelhető. Az ellentmondás némileg feloldható azzal, hogy ebben a stratégiában található a legrosszabbul működő feladat ($r_{\text{teljes teszt - item}} = -0,22$), amit ha elhagyunk, a reliabilitás értéke 0,62-re növekszik.

Érdeemes megvizsgálni az egyes gyakorlatok teljes teszt – item korrelációit is. Hét gyakorlat esetében negatív a korreláció (az értékek $-0,22$ és $-0,08$ közöttiek), és további 21 gyakorlatnál az érték 0,2 alatti. Ezek az értékek arra utalnak, hogy több feladvány nem működött megfelelően a teljes gyakorlatsor kontextusában.

A fejlesztő kísérletben részt vett tanulók programra vonatkozó attitűdvizsgálata alapján megállapítható, hogy a tanulók szívesen játszottak a játékkal, jól érezték magukat a játék közben, és máskor is szívesen játszanának ilyen játékkal (7. táblázat). Nemek és évfolyamok között nem volt szignifikáns különbség (minden esetben $p > 0,05$).

7. táblázat. A fejlesztőprogramra vonatkozó kérdések átlaga és szórása

Kérdés	Átlag	Szórás
1. Hogy tetszett neked a játék?	4,22	0,77
2. Jól érezted magad a játék közben?	4,30	0,66
3. Ha lenne rá lehetőség, máskor is szívesen játszanál ilyen játékkal?	4,40	0,83

8. táblázat. A fejlesztőjátékra vonatkozó kérdésekre adott válaszok gyakorisága

Kérdés	Válaszlehetőség	Válaszgyakoriság (%)
1. Hogy tetszett neked a játék?	Nagyon tetszett	43,0
	Tetszett	36,0
	Tetszett is meg nem is	29,9
	Nem tetszett	0
	Nagyon nem tetszett	0
2. Jól érezted magad a játék közben?	Nagyon jól	41,0
	Jól	48,2
	Néha jól, néha rosszul	10,8
	Rossszul	0
	Nagyon rosszul	0
3. Ha lenne rá lehetőséged, máskor is szívesen játszanál ilyen játékkal?	Egész biztosan	59,8
	Valószínűleg	23,2
	Talán	14,6
	Nem valószínű	2,4
	Biztosan nem	0

Az adatokat ez esetben is érdemes közelebbről megvizsgálni. Az egyes válaszok gyakorisága alapján a diákok kevesebb, mint felének tetszett nagyon a játék, és kevesebb, mint fele érezte magát nagyon jól a játék közben. Közel 40%-uk jelölt meg olyan választ, ami alapján nem biztos, hogy máskor is szívesen játszana ilyen játékkal (8. táblázat).

Diszkusszió, további kutatási kérdések

A kutatás eredményei alapján megállapítható, hogy a megfelelően beágyazott tanulásmódszertani elvekre építve, a technológia kínálta lehetőségeket hatékonyan alkalmazva (pl. azonnali visszacsatolás, segítő instrukciók) a digitális játék alapú tanulás eredményes lehet a tanulók gondolkodási képességeinek fejlesztésére. A fejlesztőprogram hatására szignifikánsan javult a tanulók induktív gondolkodása, szívesen játszottak a játékkal, alapvetően pozitívan viszonyultak a programhoz. A fejlesztés mértéke nemtől és évfolyamtól független, azaz a program ugyanolyan mértékben hatékony fiúknál és lányoknál, valamint 3. és 4. osztályos tanulóknál.

A jelen és az eddigi kutatások alapján (Molnár, 2011b; Molnár és Pásztor, 2012) az is kijelenthető, hogy a Klauer (1990) által kidolgozott modell nem csak „face-to-face”, hanem számítógépes környezetben is hatékonyan működik, valamint az általános tartalom mellett az iskolai tartalomba ágyazva is eredményesen alkalmazható. A fejlesztés hatásmérete közepesnek értékelhető, ami összhangban van a szakirodalomban közölt átlagos hatásméretekkel (Klauer és Phye, 2008). Ugyanakkor Klauer és Phye (2008) metaelemzésükben a transzfer vizsgálatához fluidintelligencia-teszteket alkalmazott, ezek távolabbi transzfert jelentenek, mint a jelen vizsgálatban használt mérőeszköz. A közeli-transzfer-vizsgálatokban jóval nagyobb hatásméretetek is megfigyelhetők, nem ritkák az 1 vagy az a fölötti értékek sem (Molnár, 2006, 2011b; Klauer, 1997).

A gyakorlatsor részletes vizsgálata megmutatta, hogy az általunk alkalmazott programmal is nagy valószínűséggel elérhető ilyen nagyságrendű hatásméret. Egyrésztől két induktív gondolkodási stratégiában nem sikerült szignifikáns hatást elérni, ami mögött – feltételezhetően – az adott stratégiák gyakorlatainak nem megfelelő működése áll. A játékba integrált mérés-értékelési folyamatok használatával a gyakorlatok működése empirikus módszerekkel vizsgálható, a feladványok átalakításával a program fejlesztő hatása növelhető. Az adatok további elemzése szükséges például ahhoz, hogy magyarázatot találjunk az Általánosítás stratégia esetében együttesen megjelenő alacsony reliabilitásra és az arányaiban magas fejlesztő hatásra. Mivel az elemzés alapját az első próbálkozás sikeressége vagy sikertelensége adta, ezért feltételezhető, hogy a magas fejlesztő hatás mögött a segítő instrukciók jó működése állhat.

Másrésztől az attitűdvizsgálat eredményei rávilágítanak a játék motivációs erejében rejlő potenciál hatékonyabb kiaknázásának lehetőségére. A program jelen formájának játékos jellegét főként a kognitív kihívás érzése, a gyakorlatok kontextusba ágyazása, a grafikai megoldások és a minél magasabb teljesítmény elérésének motivációja biztosította. További kutatások szükségesek azzal kapcsolatban, hogy a játékos elemek bővítése,

például a kerettörténet vagy perszonalizációs megoldások (pl. nickname, karakter választása) növeli-e a program hatékonyságát (Wouters és mtsai, 2013). A matematikai tartalom „száraz” jellege miatt ennek a kutatási kérdésnek a relevanciája fokozottabban jelentkezik az általános tartalmat használó fejlesztőeszközökhöz képest. Az eredmények azt is megmutatták, hogy nem minden tanulónál sikerült fejlesztő hatást elérni, a rosszul működő gyakorlatok felülvizsgálatával, a játékos elemek növelésével feltételezhetően ez az arány is csökkenhet.

Jelen kutatás elsődleges célja a program hatékonyságának (közeli transzfer) vizsgálata volt. A közeli transzfer mértékének növelését követően további lényeges kutatási kérdés, hogy milyen egyéb transzferhatások mutathatók ki, hiszen egy gondolkodást fejlesztő program hatékonyságának legjelentősebb indikátora az, ha az elsajátított műveletek széles körben is alkalmazhatók, növelik a tanulók tanulási képességeit, a megszerzett tudás alkalmazhatóságát.

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program című kiemelt projekt által nyújtott személyi támogatással valósult meg. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. A kutatás szakmailag kapcsolódik a „Diagnosztikus mérések fejlesztése” című (TÁMOP-3.1.9-11/1-2012-0001) projekthez.

Irodalom

- Adey, P. és Shayer, M. (1994): *Really raising standards*. Routledge, London.
- B. Németh Mária (1998): Az iskolai és hasznosítható tudás: természettudományos ismeretek alkalmazása. In: Csapó Benő (szerk.): *Iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest. 115–138.
- Christou, C. és Papageorgiou, E. (2007): A framework of mathematics inductive reasoning. *Learning and Instruction*, **17**. 1. sz. 55–66.
- Cohen, J. (1988): *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Erlbaum, Hillsdale, NJ.
- Csapó Benő (1994): Az induktív gondolkodás fejlődése. *Magyar Pedagógia*, **94**. 1–2. sz. 53–80.
- Csapó Benő (1998): Az új tudás képződésének eszköze: az induktív gondolkodás. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest. 251–280.
- Csapó Benő (2000): A tantárgyakkal kapcsolatos attitűdök összefüggései. *Magyar Pedagógia*, **100**. 3. sz. 343–366.
- Csapó Benő (2002): A képességek fejlődési ütemének egységes kifejezése: a gamma koefficiens. *Magyar Pedagógia*, **102**. 3. sz. 391–410.
- Csapó Benő (2003): *A képességek fejlődése és iskolai fejlesztése*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Csapó Benő (2004): *Tudás és iskola*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Csapó Benő és Molnár Gyöngyvér (2012): Gondolkodási készségek és képességek. In: Csapó Benő (szerk.): *Mérlegesen a magyar iskola*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 407–440.

Lehetőségek és kihívások a digitális játék alapú tanulásban: egy induktív gondolkodást fejlesztő program hatásvizsgálata

- Csapó, B. (1999): Improving thinking through the content of teaching. In: Hamers, J. H. M., van Luit, J. E. H. és Csapó, B. (szerk.): *Teaching and learning thinking skills*. Swets & Zeitlinger, Lisse 37–62.
- Csapó, B. és Nikolov, M. (2009): The cognitive contribution to the development of proficiency in a foreign language. *Learning and Individual Differences*, **19**. 2. sz. 209–218.
- Csapó, B., Lőrincz, A. és Molnár, G. (2012): Innovative Assessment Technologies in Educational Games Designed for Young Students. In: Ifenthaler, D., Eseryel, D., Ge, X. (szerk.): *Assessment in game-based learning: foundations, innovations, and perspectives*. Springer, New York. 235–254.
- Csíkos Csaba (2007): *Metakogníció – A tudásra vonatkozó tudás pedagógiája*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- De Koning, E., Sijtsma, K. és Hamers, J. (2003): Construction and validation of a test for inductive reasoning. *European Journal of Psychological Assessment*, **19**. 1. sz. 24–39.
- Debrezzeni Dániel Géza (2014): A digitális játék-alapú tanulási eszközök tervezésének pedagógiai alapjai. *Iskolakultúra*, **10**. sz. 15–27.
- Dienes Zoltán és Varga Tamás (1989): *Dienes Professzor játéka*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Dobi János (1994): *A matematikatanítás a gondolkodásfejlesztés szolgálatában: tantárgypedagógiai szöveggyűjtemény*. Pedagógus Szakma Megújítása Projekt, Budapest.
- Ennis, R. H. (1987): A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In: Baron, J. B. és Sternberg, R. J. (szerk.): *Teaching thinking skills*. W. H. Freeman and Company, New York. 9–26.
- Frost, J., Wortham, S. és Reifel, S. (2005): *Play and child development*. Upper Saddle River, Pearson, New Jersey.
- Gardner, H. (1991): *The unschooled mind: How children think and how schools should teach*. Basic Books, New York.
- Habgood, M. P. J. és Ainsworth, S. E. (2011): Motivating children to learn effectively: Exploring the value of intrinsic integration in educational games. *Journal of the Learning Sciences*, **20**. 169–206.
- Józsa Krisztián (2002): Tanulási motiváció és humán műveltség. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai műveltség*. Osiris Kiadó, Budapest. 239–268.
- Ke, F. (2009): A qualitative meta-analysis of computer games as learning tools. In: Ferdig, R. E. (szerk.): *Handbook of research on effective electronic gaming in education*. 1. kötet. PA: Information Science Reference, Hershey. 1–32.
- Klauer, K. J. (1989): *Denktraining für Kinder I*. Hogrefe, Göttingen.
- Klauer, K. J. (1990): A process theory of inductive reasoning tested by the teaching of domain-specific thinking strategies. *European Journal of Psychology of Education*, **5**. 2. sz. 191–206.
- Klauer, K. J. (1991): *Denktraining für Kinder II*. Hogrefe, Göttingen.
- Klauer, K. J. (1993): *Denktraining für Jugendliche*. Hogrefe, Göttingen.
- Klauer, K. J. (1997): A tanulás és a kognitív képességek fejlesztése. *Iskolakultúra*, **7**. 12. sz. 85–92.
- Klauer, K. J. (1999): Fostering higher order reasoning skills: The case of inductive reasoning. In: Hamers, J. H. M., van Luit, J. E. H. és Csapó, B. (szerk.): *Teaching and learning thinking skills*. Swets & Zeitlinger, Lisse. 131–156.
- Klauer, K. J. és Phye, G. D. (1994): *Cognitive training for children. A developmental program of inductive reasoning and problem solving*. WA: Hogrefe & Huber, Seattle.
- Klauer, K. J. és Phye, G. D. (2008): Inductive reasoning: A training approach. *Review of Educational Research*, **78**. 85–123.
- Klauer, K. J., Resing, W. C. M. és Slenders, A. P. A. C. (1996): *Cognitieve training voor kinderen*. Hogrefe, Göttingen.
- Korom Erzsébet (1998): Az iskolai tudás és a hétköznapi tapasztalat ellentmondásai: természettudományos tévképzetek. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest. 139–167.

- Kozma, R. (2009). Assessing and teaching 21st century skills: A call to action. In: Scheuermann, F. és Bjornsson, J. (szerk.): *The transition to computer-based assessment: New approaches to skills assessment and implications for large scale assessment*. European Communities, Brussels. 13–23.
- Lepper, M. R. és Malone, T. W. (1987): Intrinsic motivation and instructional effectiveness in computer-based education. In: Snow, R. és Farr, M. (szerk.): *Aptitude, learning, and instruction: Cognitive and affective process analyses*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale. 255–286.
- McClarty, K. L., Orr, A., Frey, P. M., Dolan, R. P., Vassileva, V. és McVay, A. (2012): *A literature review of gaming in education. Research report*. Pearson. http://researchnetwork.pearson.com/wp-content/uploads/Lit_Review_of_Gaming_in_Education.pdf. Letöltés ideje: 2014. augusztus 14.
- Molnár Gyöngyvér (2006): Az induktív gondolkodás fejlesztése kisiskolás korban. *Magyar Pedagógia*, **106**. 1. sz. 63–80.
- Molnár Gyöngyvér (2008): Kisiskolások induktív gondolkodásának játékos fejlesztése. *Új Pedagógiai Szemle*, 5. sz. 51–64.
- Molnár Gyöngyvér (2009): Kisiskolás diákok számára kidolgozott induktív gondolkodás fejlesztő program hosszabb távú hatása. In: Perjés István és Kozma Tamás (szerk.): *Új kutatások a neveléstudományokban. Hatékony tudomány, pedagógiai kultúra, sikeres iskola*. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest. 118–129.
- Molnár, G. (2011a): Playful fostering of 6- to 8-year-old students' inductive reasoning. *Thinking skills and Creativity*, **6**. 2. sz. 91–99.
- Molnár Gyöngyvér (2011b): Számítógépes játék-alapú képességfejlesztés: egy pilot vizsgálat eredményei. *Iskolakultúra*, 6–7. sz. 3–11.
- Molnár Gyöngyvér és Csapó Benő (2011): Az 1–11 évfolyamot átfogó induktív gondolkodás kompetenciaskála készítése a valószínűségi tesztelmélet alkalmazásával. *Magyar Pedagógia*, **111**. 2. sz. 127–140.
- Molnár Gyöngyvér és Csapó Benő (2013): Az eDia online diagnosztikus mérési rendszer. Előadás, XI. Pedagógiai Értékelési Konferencia, Szeged. 2013. április 11–13. 82.
- Molnár Gyöngyvér és Pásztor Attila (2012): The transition from single testing to complex systems of assessments. Előadás, X. Pedagógiai Értékelési Konferencia, Szeged. 2012. április 26–28. 53.
- Molnár, G., Greiff, S. és Csapó, B. (2013): Inductive reasoning, domain specific and complex problem solving: relations and development. *Thinking skills and Creativity*, **9**. 8. sz. 35–45.
- Nagy Lászlóné (2006): *Az analógiás gondolkodás fejlesztése*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- O'Neil, H. F., Wainess, R. és Baker, E. L. (2005): Classification of learning outcomes: Evidence from the computer games literature. *Curriculum Journal*, **16**. 455–474.
- Pásztor Attila (2013): Digitális játékok az oktatásban. *Iskolakultúra*, 9. sz. 37–48.
- Pieget, J. (1970): *Válogatott tanulmányok*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- Pólya György (1978): *A problémamegoldás iskolája*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Pólya György (1988): *Indukció és analógia: a matematikai gondolkodás művészete*. Gondolat kiadó, Budapest.
- Prensky, M. (2001a): Digital natives, digital immigrants, Part I. *On the Horizon*, **9**. 5. sz. 1–6.
- Prensky, M. (2001b): *Digital game-based learning*. McGraw-Hill, New York.
- Resing, W. C. M. (1993): Measuring inductive reasoning skills: The construction of a learning potential test. In: Hammers, J. H. M., Sijstma, K. és Ruijsenaars, A. J. J. M. (szerk.): *Learning potential assessment. Theoretical, methodological and practical issues*. Swets and Zeitlinger, Amsterdam. 219–242.
- Resnick, L. B. (1987): *Education and learning to think*. National Academy Press, Washington, D. C.
- Sitzmann, T. (2011): A meta-analytic examination of the instructional effectiveness of computer-based simulation games. *Personnel Psychology*, **64**. 489–528.
- Sternberg, R. J. (1977): *Intelligence, information processing and analogical reasoning: The component analysis of human ability*. Erlbaum, Hillsdale, N. J.

Lehetőségek és kihívások a digitális játék alapú tanulásban: egy induktív gondolkodást fejlesztő program hatásvizsgálata

- Tobias, S. és Fletcher, J. D. (2007): What research has to say about designing computer games for learning. *Educational Technology*, **47**. 20–29.
- Varga Tamás (1974): *Játszunk matematikát!* Móra Ferencz Könyvkiadó, Budapest.
- Vigotszkij, L. S. (1967): *Gondolkodás és beszéd*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Vogel, J. J., Vogel, D. S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Muse, K. és Wright, M. (2006): Computer gaming and interactive simulations for learning: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, **34**. 229–243.
- Wouters, P. és Van Oostendorp, H. (2013): A meta-analytic review of the role of instructional support in game-based learning. *Computers & Education*, **60**. 1. sz. 412–425.
- Wouters, P., van der Spek, E. D. és van Oostendorp, H. (2009): Current practices in serious game research: A review from a learning outcomes perspective. In: Connolly, T. M., Stansfield, M. és Boyle, L. (szerk.): *Games-based learning advancements for multisensory human computer interfaces: Techniques and effective practices*. PA: IGI Global, Hershey. 232–250.
- Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H. és van der Spek, E. D. (2013): A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, **105**. 2. sz. 249–265.
- Wu, W. H., Hsiao, H. C., Wu, P. L., Lin, C. H. és Huang, S. H. (2012): Investigating the learning - theory foundations of game-based learning: a meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, **28**. 3. sz. 265–279.
- Young, M. F., Slota, S., Cutter, A. B., Jalette, G., Mullin, G., Lai, B., Simeoni, Z., Tran, M. és Yukhymenko, M. (2012): Our princess is in another castle: A review of trends in serious gaming for education. *Review of Educational Research*, **82**. 1. sz. 61–89.

Pásztor Attila

ABSTRACT

ATTILA PÁSZTOR: CHALLENGES AND POSSIBILITIES IN DIGITAL GAME-BASED LEARNING:
EFFECTIVENESS OF A PLAYFUL INDUCTIVE REASONING TRAINING PROGRAM

The aim of this study is to investigate the effectiveness of an online training game which develops inductive reasoning strategies through tasks embedded in mathematical content. Participants were 314 primary school children in Years 3 and 4. Participants (N=88) received a five-week-long computer-based training (20- to 40-min. sessions) in the school's ICT room. The control group was matched based on pre-test scores, year and gender. Klauer's model of inductive reasoning and his concept of Cognitive training for children (Klauer, 1989) were applied to develop the training program. The online game consisted of 120 learning tasks with varied embedded mathematical content (e.g. recognizing and discriminating relations or attributes through mathematical operations, number series or units of measurement). In order to enhance learning, immediate feedback and, in the case of failure, instructional support were provided for every learning task. An inductive reasoning test was used to assess the near transfer effect of the training (43 figural, non-verbal items, Cronbach's $\alpha=.86$). Children's attitudes toward the game were measured with five-point-scale questionnaire items after the training. The Electronic Diagnostic Assessment System (eDia) was used in order to deliver both the assessment and the training material. The experimental group scored significantly higher on the post-test ($t(174)=-2.288, p=.02$). The effectiveness of the program proved to be unrelated to gender ($t(86)=-.520, p=.60$ or year $t(86)=-.425, p=.67$). The effect size of the training program was $d=.33$. Children reported that they enjoyed playing the game and had positive attitudes towards it. Further analyses of the data revealed that not every child improved during the training and that two of the inductive strategies did not develop significantly at the group level. Due to the inherent assessment techniques in the game, incorrectly functioning learning tasks can be identified empirically in order to further develop the tasks generally. Our findings demonstrate an example of how to integrate mathematical content and reasoning strategies into a digital game-based learning environment. It is recommended that further studies should investigate the long-term transfer effect of the training and the influence of additional game elements (e.g. game story) on learning achievement.

Magyar Pedagógia, **114**. Number 4. 281–302. (2014)

Levelezési cím / Adress for correspondence: Pásztor Attila, Szegedi Tudományegyetem, Neveléstudományi Doktori Iskola, H-6722 Szeged, Petőfi S. sgt. 30–34.

Lehetőségek és kihívások a digitális játék alapú tanulásban: egy induktív gondolkodást fejlesztő program hatásvizsgálata

- Debreczeni Dániel Géza (2014): A digitális játék-alapú tanulási eszközök tervezésének pedagógiai alapjai. *Iskolakultúra*, 10. sz. 15–27.
- Dienes Zoltán és Varga Tamás (1989): *Dienes Professzor játéka*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Dobi János (1994): *A matematikatanítás a gondolkodásfejlesztés szolgálatában: tantárgypedagógiai szöveggyűjtemény*. Pedagógus Szakma Megújítása Projekt, Budapest.
- Ennis, R. H. (1987): A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In: Baron, J. B. és Sternberg, R. J. (szerk.): *Teaching thinking skills*. W. H. Freeman and Company, New York. 9–26.
- Frost, J., Wortham, S. és Reifel, S. (2005): *Play and child development*. Upper Saddle River, Pearson, New Jersey.
- Gardner, H. (1991): *The unschooled mind: How children think and how schools should teach*. Basic Books, New York.
- Habgood, M. P. J. és Ainsworth, S. E. (2011): Motivating children to learn effectively: Exploring the value of intrinsic integration in educational games. *Journal of the Learning Sciences*, 20. 169–206.
- Józsa Krisztián (2002): Tanulási motiváció és humán műveltség. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai műveltség*. Osiris Kiadó, Budapest. 239–268.
- Ke, F. (2009): A qualitative meta-analysis of computer games as learning tools. In: Ferdig, R. E. (szerk.): *Handbook of research on effective electronic gaming in education*. 1. kötet. PA: Information Science Reference, Hershey. 1–32.
- Klauer, K. J. (1989): *Denktraining für Kinder I*. Hogrefe, Göttingen.
- Klauer, K. J. (1990): A process theory of inductive reasoning tested by the teaching of domain-specific thinking strategies. *European Journal of Psychology of Education*, 5. 2. sz. 191–206.
- Klauer, K. J. (1991): *Denktraining für Kinder II*. Hogrefe, Göttingen.
- Klauer, K. J. (1993): *Denktraining für Jugendliche*. Hogrefe, Göttingen.
- Klauer, K. J. (1997): A tanulás és a kognitív képességek fejlesztése. *Iskolakultúra*, 7. 12. sz. 85–92.
- Klauer, K. J. (1999): Fostering higher order reasoning skills: The case of inductive reasoning. In: Hamers, J. H. M., van Luit, J. E. H. és Csapó, B. (szerk.): *Teaching and learning thinking skills*. Swets & Zeitlinger, Lisse. 131–156.
- Klauer, K. J. és Phye, G. D. (1994): *Cognitive training for children. A developmental program of inductive reasoning and problem solving*. WA: Hogrefe & Huber, Seattle.
- Klauer, K. J. és Phye, G. D. (2008): Inductive reasoning: A training approach. *Review of Educational Research*, 78. 85–123.
- Klauer, K. J., Resing, W. C. M. és Slenders, A. P. A. C. (1996): *Cognitieve training voor kinderen*. Hogrefe, Göttingen.
- Korom Erzsébet (1998): Az iskolai tudás és a hétköznapi tapasztalat ellentmondásai: természettudományos tévképzetek. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest. 139–167.
- Kozma, R. (2009). Assessing and teaching 21st century skills: A call to action. In: Scheuermann, F. és Bjornsson, J. (szerk.): *The transition to computer-based assessment: New approaches to skills assessment and implications for large scale assessment*. European Communities, Brussels. 13–23.
- Lepper, M. R. és Malone, T. W. (1987): Intrinsic motivation and instructional effectiveness in computer-based education. In: Snow, R. és Farr, M. (szerk.): *Aptitude, learning, and instruction: Cognitive and affective process analyses*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale. 255–286.
- McClarty, K. L., Orr, A., Frey, P. M., Dolan, R. P., Vassileva, V. és McVay, A. (2012): *A literature review of gaming in education. Research report*. Pearson. http://researchnetwork.pearson.com/wp-content/uploads/Lit_Review_of_Gaming_in_Education.pdf. Letöltés ideje: 2014. augusztus 14.
- Molnár Gyöngyvér (2006): Az induktív gondolkodás fejlesztése kisiskolás korban. *Magyar Pedagógia*, 106. 1. sz. 63–80.

- Molnár Gyöngyvér (2008): Kisiskolások induktív gondolkodásának játékos fejlesztése. *Új Pedagógiai Szemle*, 5. sz. 51–64.
- Molnár Gyöngyvér (2009): Kisiskolás diákok számára kidolgozott induktív gondolkodás fejlesztő program hosszabb távú hatása. In: Perjés István és Kozma Tamás (szerk.): *Új kutatások a neveléstudományokban. Hatékony tudomány, pedagógiai kultúra, sikeres iskola*. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest. 118–129.
- Molnár, G. (2011a): Playful fostering of 6- to 8-year-old students' inductive reasoning. *Thinking skills and Creativity*, 6. 2. sz. 91–99.
- Molnár Gyöngyvér (2011b): Számítógépes játék-alapú képességfejlesztés: egy pilot vizsgálat eredményei. *Iskolakultúra*, 6–7. sz. 3–11.
- Molnár Gyöngyvér és Csapó Benő (2011): Az 1–11 évfolyamot átfogó induktív gondolkodás kompetenciaskálá készítése a valószínűségi tesztelmélet alkalmazásával. *Magyar Pedagógia*, 111. 2. sz. 127–140.
- Molnár Gyöngyvér és Csapó Benő (2013): Az eDia online diagnosztikus mérési rendszer. Előadás, XI. Pedagógiai Értékelési Konferencia, Szeged. 2013. április 11–13. 82.
- Molnár Gyöngyvér és Pásztor Attila (2012): The transition from single testing to complex systems of assessments. Előadás, X. Pedagógiai Értékelési Konferencia, Szeged. 2012. április 26–28. 53.
- Molnár, G., Greiff, S. és Csapó, B. (2013): Inductive reasoning, domain specific and complex problem solving: relations and development. *Thinking skills and Creativity*, 9. 8. sz. 35–45.
- Nagy Lászlóné (2006): *Az analógiás gondolkodás fejlesztése*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- O'Neil, H. F., Wainess, R. és Baker, E. L. (2005): Classification of learning outcomes: Evidence from the computer games literature. *Curriculum Journal*, 16. 455–474.
- Pásztor Attila (2013): Digitális játékok az oktatásban. *Iskolakultúra*, 9. sz. 37–48.
- Piaget, J. (1970): *Válogatott tanulmányok*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- Pólya György (1978): *A problémamegoldás iskolája*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Pólya György (1988): *Indukció és analógia: a matematikai gondolkodás művészete*. Gondolat kiadó, Budapest.
- Prensky, M. (2001a): Digital natives, digital immigrants, Part I. *On the Horizon*, 9. 5. sz. 1–6.
- Prensky, M. (2001b): *Digital game-based learning*. McGraw-Hill, New York.
- Resing, W. C. M. (1993): Measuring inductive reasoning skills: The construction of a learning potential test. In: Hammers, J. H. M., Sijstma, K. és Ruijssenaars, A. J. J. M. (szerk.): *Learning potential assessment. Theoretical, methodological and practical issues*. Swets and Zeitlinger, Amsterdam. 219–242.
- Resnick, L. B. (1987): *Education and learning to think*. National Academy Press, Washington, D. C.
- Sitzmann, T. (2011): A meta-analytic examination of the instructional effectiveness of computer-based simulation games. *Personnel Psychology*, 64. 489–528.
- Sternberg, R. J. (1977): *Intelligence, information processing and analogical reasoning: The component analysis of human ability*. Erlbaum, Hillsdale, N. J.
- Tobias, S. és Fletcher, J. D. (2007): What research has to say about designing computer games for learning. *Educational Technology*, 47. 20–29.
- Varga Tamás (1974): *Játszunk matematikát!* Móra Ferencz Könyvkiadó, Budapest.
- Vygotszkij, L. S. (1967): *Gondolkodás és beszéd*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Vogel, J. J., Vogel, D. S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Muse, K. és Wright, M. (2006): Computer gaming and interactive simulations for learning: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 34. 229–243.
- Wouters, P. és Van Oostendorp, H. (2013): A meta-analytic review of the role of instructional support in game-based learning. *Computers & Education*, 60. 1. sz. 412–425.

Lehetőségek és kihívások a digitális játék alapú tanulásban: egy induktív gondolkodást fejlesztő program hatásvizsgálata

- Wouters, P., van der Spek, E. D. és van Oostendorp, H. (2009): Current practices in serious game research: A review from a learning outcomes perspective. In: Connolly, T. M., Stansfield, M. és Boyle, L. (szerk.): *Games-based learning advancements for multisensory human computer interfaces: Techniques and effective practices*. PA: IGI Global, Hershey. 232–250.
- Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H. és van der Spek, E. D. (2013): A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, **105**. 2. sz. 249–265.
- Wu, W. H., Hsiao, H. C., Wu, P. L., Lin, C. H. és Huang, S. H. (2012): Investigating the learning - theory foundations of game-based learning: a meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, **28**. 3. sz. 265–279.
- Young, M. F., Slota, S., Cutter, A. B., Jalette, G., Mullin, G., Lai, B., Simeoni, Z., Tran, M. és Yukhymenko, M. (2012): Our princess is in another castle: A review of trends in serious gaming for education. *Review of Educational Research*, **82**. 1. sz. 61–89.

Pásztor Attila

ABSTRACT

ATTILA PÁSZTOR: CHALLENGES AND POSSIBILITIES IN DIGITAL GAME-BASED LEARNING:
EFFECTIVENESS OF A PLAYFUL INDUCTIVE REASONING TRAINING PROGRAM

The aim of this study is to investigate the effectiveness of an online training game which develops inductive reasoning strategies through tasks embedded in mathematical content. Participants were 314 primary school children in Years 3 and 4. Participants (N=88) received a five-week-long computer-based training (20- to 40-min. sessions) in the school's ICT room. The control group was matched based on pre-test scores, year and gender. Klauer's model of inductive reasoning and his concept of Cognitive training for children (Klauer, 1989) were applied to develop the training program. The online game consisted of 120 learning tasks with varied embedded mathematical content (e.g. recognizing and discriminating relations or attributes through mathematical operations, number series or units of measurement). In order to enhance learning, immediate feedback and, in the case of failure, instructional support were provided for every learning task. An inductive reasoning test was used to assess the near transfer effect of the training (43 figural, non-verbal items, Cronbach's $\alpha=.86$). Children's attitudes toward the game were measured with five-point-scale questionnaire items after the training. The Electronic Diagnostic Assessment System (eDia) was used in order to deliver both the assessment and the training material. The experimental group scored significantly higher on the post-test ($t(174)=-2.288, p=.02$). The effectiveness of the program proved to be unrelated to gender ($t(86)=-.520, p=.60$ or year $t(86)=-.425, p=.67$). The effect size of the training program was $d=.33$. Children reported that they enjoyed playing the game and had positive attitudes towards it. Further analyses of the data revealed that not every child improved during the training and that two of the inductive strategies did not develop significantly at the group level. Due to the inherent assessment techniques in the game, incorrectly functioning learning tasks can be identified empirically in order to further develop the tasks generally. Our findings demonstrate an example of how to integrate mathematical content and reasoning strategies into a digital game-based learning environment. It is recommended that further studies should investigate the long-term transfer effect of the training and the influence of additional game elements (e.g. game story) on learning achievement.

Magyar Pedagógia, 114. Number 4. 281–302. (2014)

Levelezési cím / Adress for correspondence: Pásztor Attila, Szegedi Tudományegyetem, Neveléstudományi Doktori Iskola, H-6722 Szeged, Petőfi S. sgt. 30–34.